

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-136497

(43)Date of publication of application : 14.05.2003

(51)Int.Cl.

B81B 3/00

B81C 1/00

G02B 26/10

(21)Application number : 2002-244901

(71)Applicant : SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD

(22)Date of filing : 26.08.2002

(72)Inventor : LEE JIN-HO  
KO YOUNG-CHUL

(30)Priority

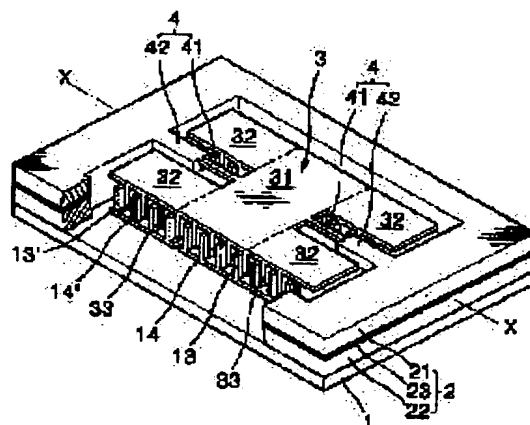
Priority number : 2001 200151407 Priority date : 24.08.2001 Priority country : KR

## (54) OPTICAL SCANNER AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical scanner capable of super-miniaturization and high speed driving.

**SOLUTION:** This optical scanner comprises a base substrate; an oblong frame formed on the base substrate; a stage formed in the H shape, and disposed swingably around a shaft inside of the frame; a supporting portion for supporting swingably the stage; and a stage driving body for driving the stage. The stage driving body comprises a comb-shaped electrode (moving comb electrode) formed to be vertical to a bottom surface of the stage; and a comb-shaped electrode (fixed comb electrode) formed on the substrate to be engaged with the moving comb electrode. When a current flows in the comb electrodes, the stage is swingably driven by an electrostatic attracting force produced between the moving comb-shaped electrode and the fixed comb-shaped electrode. These electrodes have the comb shape and have a large superficial area, so that the stage can be easily driven by a current weaker than a conventional one.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-136497  
(P2003-136497A)

(43) 公開日 平成15年5月14日 (2003.5.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup> 識別記号  
B 8 1 B 3/00  
B 8 1 C 1/00  
G 0 2 B 26/10  
1 0 4

F I テーコート (参考)  
B 8 1 B 3/00 2 H 0 4 5  
B 8 1 C 1/00  
G 0 2 B 26/10 F  
1 0 4 Z

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-244901 (P2002-244901)  
(22) 出願日 平成14年8月26日 (2002.8.26)  
(31) 優先権主張番号 2 0 0 1 - 5 1 4 0 7  
(32) 優先日 平成13年8月24日 (2001.8.24)  
(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

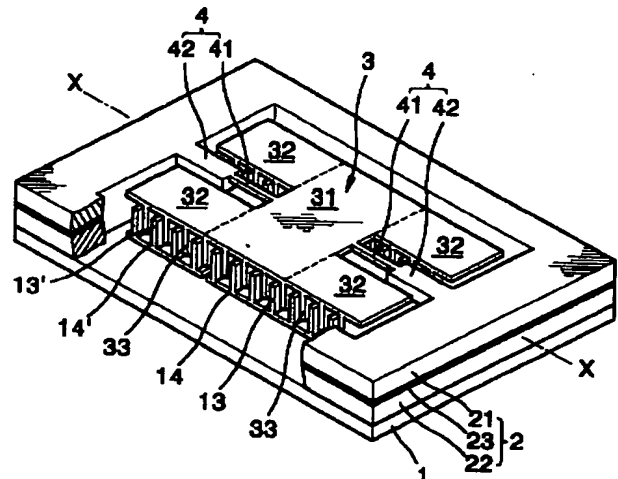
(71) 出願人 390019839  
三星電子株式会社  
大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416  
(72) 発明者 李 振 鎭  
大韓民国 京畿道 水原市 八達区 盤通  
洞 988-2 番地 サルグゴル 瑞光アパ  
ート 708棟 201号  
(72) 発明者 高 泳 哲  
大韓民国 ソウル特別市 江南区 論▲見  
▼洞 219-32番地 三和ビル B01号  
(74) 代理人 100064414  
弁理士 磯野 道造  
Fターム(参考) 2H045 AB06 AB73 DA12

(54) 【発明の名称】 光スキャナおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 超小型かつ高速駆動が可能な光スキャナを提供する。

【解決手段】 本発明にかかる光スキャナは、ベース基板と、このベース基板上に形成される長方形のフレームと、このフレームの内側で1軸周りに揺動自在に設けられたH形状に形成されたステージと、このステージを揺動自在に支持する支持部と、ステージを駆動するステージ駆動体とから構成される。このステージ駆動対は、ステージの底面に対して垂直となるように形成されたくし形の電極（移動くし形電極）と、この移動くし形電極と噛み合うように基板上に形成されたくし形の電極（固定くし形電極）とを有している。このくし形電極に電流を流すと、移動くし形電極と固定くし形電極との間に生じる静電引力により、ステージが揺動駆動される。これらの電極はくし形状を有しており表面積が大きいので、従来よりも微弱な電流で容易に駆動される。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 所定パターンの配線層が上面に形成されたベース基板と、

前記ベース基板上に形成される長方形のフレームと、  
前記フレームの内側で 1 方向の中心軸周りに揺動運動すると共に、

中央領域、および該中央領域から前記中心軸に対して平行に延出させて設けられた複数の拡張領域から H 形状に形成されたステージと、

前記中心軸上に位置して前記フレームに連結される支持ビーム、および前記支持ビームから延出して前記ステージの中央領域に連結されるトーションバーからなる支持部と、

前記ステージの底面に形成された移動くし形電極、およびこれに対面する基板上に形成された固定くし形電極を含むステージ駆動体とを備えることを特徴とする光スキャナ。

【請求項 2】 前記フレームは、前記ベース基板上に位置する第 2 部分フレームと、該第 2 部分フレーム上に結合層を介して設けられた第 1 部分フレームとを含み、前記支持部は、前記第 1 部分フレームおよび前記ステージと一体的に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光スキャナ。

【請求項 3】 前記ステージの拡張領域の底面およびこれに対面するベース基板上には、移動くし形電極および固定くし形電極が対応させた状態でそれぞれ形成されており、前記拡張領域は前記移動くし形電極を支持するためのくし形骨組みを有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の光スキャナ。

【請求項 4】 前記ステージの底面に形成される移動くし形電極に対応する固定くし形電極は、互いに電気的に分離された第 1 固定くし形電極および第 2 固定くし形電極を含むことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載の光スキャナ。

【請求項 5】 所定パターンの配線層が上面に形成されているベース基板と、  
前記ベース基板上に形成される長方形フレームと、  
前記長方形フレームの内側に平行に配される複数のステージと、

前記ステージを各々前記フレームに吊架させる支持部と、

前記ステージの底面に形成された移動くし形電極、およびこれに対面する基板上に形成された固定くし形電極を含むステージ駆動体とを備え、

前記各ステージは、前記中心軸上に位置する中央領域と、前記中心軸に対して平行となるように前記中央領域から延出させた 4 つの拡張領域とから H 形状に形成されており、

前記各支持部は、前記フレームに連結される支持ビーム

と、前記支持ビームから延出して前記ステージの中央領域に連結されるトーションバーとを含むことを特徴とする光スキャナ。

【請求項 6】 前記フレームは前記ベース基板上の第 2 部分フレーム、および該第 2 部分フレームに結合層を介して接続された第 1 部分フレームを含み、前記支持部は前記第 1 部分フレームおよび前記ステージと一体的に形成されていることを特徴とする請求項 5 に記載の光スキャナ。

【請求項 7】 前記ステージの拡張領域の底面およびこれに対面する基板上には、移動くし形電極および固定くし形電極が対応させてそれぞれ形成されており、前記拡張領域は前記移動くし形電極を支持するためのくし形骨組みを有することを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載の光スキャナ。

【請求項 8】 前記ステージの底面に形成される移動くし形電極に対応する固定くし形電極は、互いに電気的に分離された第 1 固定くし形電極および第 2 固定くし形電極を含むことを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか一項に記載の光スキャナ。

【請求項 9】 長方形フレームの第 1 部分フレームと、前記第 1 部分フレームの内側に位置し、前記第 1 部分フレームから延出する支持ビームおよび該支持ビームから延出するトーションバーからなる支持部により揺動自在に支持される H 字状のステージとを含む上部構造体を形成する段階と、

前記第 1 部分フレームに対応する第 2 部分フレームと、前記第 2 部分フレームを支持する基板とを含む下部構造体を形成する段階と、

前記第 1 部分フレームおよび第 2 部分フレームを共晶結合により接合させて、前記上部構造体と下部構造体とを一体的に組み合わせる段階とを含むことを特徴とする光スキャナの製造方法。

【請求項 10】 前記上部構造体形成段階または下部構造体形成段階において、

前記共晶結合のための結合層を、前記上部構造体の第 1 部分フレーム若しくは前記下部構造体の第 2 部分フレームの少なくとも一方に形成することを特徴とする請求項 9 に記載の光スキャナの製造方法。

【請求項 11】 前記上部構造体の形成段階において、前記ステージの底面に垂直となるように、移動くし形電極を形成することを特徴とする請求項 9 に記載の光スキャナの製造方法。

【請求項 12】 前記下部構造体の形成段階において、前記ステージの底面に設けられた移動くし形電極に対応する固定くし形電極を、前記基板上に形成することを特徴とする請求項 11 に記載の光スキャナの製造方法。

【請求項 13】 前記上部構造体の形成段階は、第 1 基板に前記ステージよりも大きい貫通孔を形成する段階と、

第2基板上で前記分離領域に対応する部分を所定幅および深さにエッチングする段階と、

前記第1基板および第2基板を溶着接合する段階と、

前記第2基板を研磨して所定厚さに加工する段階と、

前記第2基板の底面で前記第1部分フレームに対応する部分に上部金属層を形成する段階と、

前記第2基板の底面を所定パターンにエッチングして前記分離領域に対応する部分を貫通させ、前記ステージの底面に所定高さの前記移動くし形電極を形成する段階とを含むことを特徴とする請求項9に記載の光スキャナの製造方法。

【請求項14】 前記下部構造体形成段階は、

前記下部構造体を支持する第3基板上に所定パターンの配線層を形成する段階と、

第4基板の底面で前記第2部分フレームと固定くし形電極領域との間に対応する所定幅および所定深さの下部分離領域を形成する段階と、

前記第3基板および前記第4基板を溶着接合する段階と、

前記第4基板上で前記第2部分フレームに対応する部分を所定深さにエッチングする段階と、

前記第4基板のエッチングされた部分に下部金属層を形成する段階と、

前記第4基板上に前記第2部分フレームおよび前記固定くし形電極に対応する部分を覆ってこれらの間の下部分離領域を露出させるマスク層を形成する段階と、

前記マスク層に覆われていない部分を所定深さにエッチングして前記下部分離領域を貫通させ、前記下部分離領域の内側に所定高さの固定くし形電極を形成する段階とを含むことを特徴とする請求項9に記載の光スキャナの製造方法。

【請求項15】 前記上部金属層形成段階は、

前記第1部分フレームの底面に金属性シード層を形成する段階と、

前記金属性シード層にメッキ法により共晶結合層を形成する段階とを含むことを特徴とする請求項13に記載の光スキャナの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はマイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム（MEMS）構造により提供される微小ミラーを用いた光スキャナおよびその製造方法に関し、より詳細には、微小ミラーを1軸周りに揺動駆動させて光ビームを走査するための光スキャナおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】米国特許第5,025,346号公報には、くし形電極構造において生じる静電効果を用いたマイクロアクチュエータが開示されている。このマイクロアクチュエータは、移動可能な構造物（以下、移動構造

物という）に設けられた移動くし形電極と、固定物に設けられた固定くし形電極とを有しており、これらはそれぞれ、互いにかみ合わせた状態で設けられている。この移動可能な構造物は、支持構造物に枢支されており、所定の共振周波数にて水平方向に駆動されるように構成されている。

【0003】この種のマイクロアクチュエータでは、移動くし形電極が移動ステージまたは移動構造物に対して平行に設けられている。一方、固定くし形電極は、位置が固定された状態で、前記移動ステージに対して平行となるように、前記移動くし形電極とかみ合わせた状態で配置されている。このように、従来のマイクロアクチュエータでは、ステージの周りによくし形電極が形成されているので、マイクロアクチュエータの大きさがステージや移動構造物よりも大きくなってしまふ。そのため、このマイクロアクチュエータの適用対象が制限されるという問題があった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明の第1の目的は、効率の良い設計構造を有するくし形電極を提供することにより、超小型かつ高速駆動が可能な光スキャナおよびその製造方法を提供するところにある。本発明の第2の目的は、低駆動電圧であっても、高速のスキャンングが可能な光スキャナおよびその製造方法を提供するところにある。本発明の第3の目的は、安定的に量産可能な光スキャナおよびその製造方法を提供するところにある。

【0005】

【発明の実施の形態】本発明は、前記目的を達成するためになされたものであり、本発明にかかる光スキャナは、所定パターンの配線層が上面に形成されたベース基板と、前記ベース基板上に形成される長方形のフレームと、前記フレームの内側で1方向の中心軸周りに揺動運動すると共に、中央領域、および該中央領域から前記中心軸に対して平行に延出させて設けられた複数の拡張領域からH形状に形成されたステージと、前記中心軸上に位置して前記フレームに連結される支持ビーム、および前記支持ビームから延出して前記ステージの中央領域に連結されるトーションバーからなる支持部と、前記ステージの底面に形成された移動くし形電極、およびこれに対面する基板上に形成された固定くし形電極を含むステージ駆動体とを備える。

【0006】ここで、前記フレームは、前記ベース基板上に位置する第2部分フレームと、該第1部分フレーム上に結合層を介して設けられた第1部分フレームとを含み、前記支持部は、前記第1部分フレームおよび前記ステージと一体的に形成されていることが好ましい。また、前記ステージの拡張領域の底面およびこれに対面するベース基板上には、移動くし形電極および固定くし形電極が対応させた状態でそれぞれ形成されており、前記

拡張領域は前記移動くし形電極を支持するためのくし形骨組みを有することが好ましい。

【0007】また、前記ステージの底面に形成される移動くし形電極に対応する固定くし形電極は、互いに電氣的に分離された第1固定くし形電極および第2固定くし形電極を含むことが好ましい。

【0008】また、本発明にかかる光スキャナは、所定パターンの配線層が上面に形成されているベース基板と、前記ベース基板上に形成される長方形フレームと、前記長方形フレームの内側に平行に配される複数のステージと、前記ステージを各々前記フレームに吊架させる支持部と、前記ステージの底面に形成された移動くし形電極、およびこれに対面する基板上に形成された固定くし形電極を含むステージ駆動体を備え、前記各ステージは、前記中心軸上に位置する中央領域と、前記中心軸に対して平行となるように前記中央領域から延出させた4つの拡張領域とからH形状に形成されており、前記各支持部は、前記フレームに連結される支持ビームと、前記支持ビームから延出して前記ステージの中央領域に連結されるトーションバーとを含む光スキャナである。

【0009】ここで、前記フレームは前記ベース基板上の第2部分フレーム、および該第2部分フレームに結合層を介して接続された第1部分フレームを含み、前記支持部は前記第1部分フレームおよび前記ステージと一体に形成されていることが好ましい。また、前記ステージの拡張領域の底面およびこれに対面する基板上には、移動くし形電極および固定くし形電極が対応させてそれぞれ形成されており、前記拡張領域は前記移動くし形電極を支持するためのくし形骨組みを有することが好ましい。

【0010】また、前記ステージの底面に形成される移動くし形電極に対応する固定くし形電極は、互いに電氣的に分離された第1固定くし形電極および第2固定くし形電極を含むことが好ましい。

【0011】本発明にかかる光スキャナの作成方法は、長方形フレームの第1部分フレームと、前記第1部分フレームの内側に位置し、前記第1部分フレームから延出する支持ビームおよび該支持ビームから延出するトーションバーからなる支持部により揺動自在に支持されるH字状のステージとを含む上部構造体を形成する段階と、前記第1部分フレームに対応する第2部分フレームと、前記第2部分フレームを支持する基板とを含む下部構造体を形成する段階と、前記第1部分フレームおよび第2部分フレームを共晶結合により接合させて、前記上部構造体と下部構造体とを一体的に組み合わせる段階とを含む。

【0012】ここで、前記上部構造体形成段階または下部構造体形成段階において、前記共晶結合のための結合層を、前記上部構造体の第1部分フレーム若しくは前記下部構造体の第2部分フレームの少なくとも一方に形成

することが好ましい。また、前記上部構造体の形成段階において、前記ステージの底面に垂直となるように、移動くし形電極を形成することが好ましい。

【0013】また、前記下部構造体の形成段階において、前記ステージの底面に設けられた移動くし形電極に対応する固定くし形電極を、前記基板上に形成する

【0014】本発明にかかる光スキャナの製造方法の他の態様は、前記上部構造体の形成段階は、第1基板に前記ステージよりも大きい貫通孔を形成する段階と、第2基板上で前記分離領域に対応する部分を所定幅および深さにエッチングする段階と、前記第1基板および第2基板を溶着接合する段階と、前記第2基板を研磨して所定厚さに加工する段階と、前記第2基板の底面で前記第1部分フレームに対応する部分に上部金属層を形成する段階と、前記第2基板の底面を所定パターンにエッチングして前記分離領域に対応する部分を貫通させ、前記ステージの底面に所定高さの前記移動くし形電極を形成する段階とを含む。

【0015】ここで、前記下部構造体形成段階は、前記下部構造体を支持する第3基板上に所定パターンの配線層を形成する段階と、第4基板の底面で前記第2部分フレームと固定くし形電極領域との間に対応する所定幅および所定深さの下部分離領域を形成する段階と、前記第3基板および前記第4基板を溶着接合する段階と、前記第4基板上で前記第2部分フレームに対応する部分を所定深さにエッチングする段階と、前記第4基板のエッチングされた部分に下部金属層を形成する段階と、前記第4基板上に前記第2部分フレームおよび前記固定くし形電極に対応する部分を覆ってこれらの間の下部分離領域を露出させるマスク層を形成する段階と、前記マスク層に覆われていない部分を所定深さにエッチングして前記下部分離領域を貫通させ、前記下部分離領域の内側に所定高さの固定くし形電極を形成する段階とを含むことが好ましい。

【0016】また、前記上部金属層形成段階は、前記第1部分フレームの底面に金属性シード層を形成する段階と、前記金属性シード層にメッキ法により共晶結合層を形成する段階とを含むことが好ましい。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、添付した図面を参照しながら、本発明にかかる光スキャナおよびその製造方法の好ましい実施態様を詳細に説明する。

【0018】【第1実施態様】まず、図1乃至図3を参照しながら、本発明にかかる光スキャナの第1の態様について詳細に説明する。図1は、本発明にかかる光スキャナの一部を切り欠いた斜視図である。図2は、図1の光スキャナの概略平面図である。図3は、図1のX-X線断面図であり、この図は、ミラー（図示せず）が搭載されるステージ3を支持するための支持部4と、フレーム2の断面図である。

【0019】図1乃至図3に示すように、長方形のフレーム2が、パイレックス(R)ガラスより構成される基板1の上に設けられている。このフレーム2の内側には、所定幅を有する分離領域が設けられており、この分離領域の中には、H形状を有するステージ3が設けられている。このステージ3は、その下側に設けられた移動くし形電極33の下端が、基板1から所定高さ離間した位置に配置されるように、X-X軸線上に位置する二つの支持部4により、吊架された状態で設けられている。いいかえれば、ステージ3は、その下側に設けられた移動くし形電極33が基板1と接触しないように、支持部4により吊された状態で、設けられている。

【0020】ステージ3は、分離領域を横切る支持部4に直接的に連結された中央領域31と、支持部4に対して平行に位置するように、中央領域31から延出させた状態で設けられた4つの拡張領域32とを有している。ここで、ミラーの設置位置は、光による走査を行える位置であれば特に限定されるものではなく、中央領域31にのみ形成されていても良く、中央領域31および拡張領域32両方の全ての面にわたって形成されていても良い。

【0021】支持部4は、変形しない支持ビーム42と、該支持ビーム42から延在したトーションバー41とを有している。この支持部4は、フレーム2から延出させた状態で設けられており、ステージ3の中央領域31に連結されている。なお、この支持部4は、ステージ3の揺動運動により変形(ねじれ変形など)するように構成される。

【0022】トーションバー41は、ステージ3の中央領域31の中央部分の縁に接続されている。なお、ここで説明したフレーム2、支持部4、およびステージ3は、一体的に形成されている。トーションバー41は、ステージ3のシーソー運動(揺動運動)が可能となるように、ステージ3を支持しており、ステージ3の運動時に適切に変形すると共に、ステージ3の運動が終了した際には、弾性復元力を発揮して、もとの状態に復元するように構成される。また、フレーム2および支持部4は、ステージ3への電気的な通路を提供する(電気的に通じている)。

【0023】フレーム2は、第1部分フレーム21と第2部分フレーム22とを含み、これらの間には、AuSn合金からなる共晶結合層23が設けられている。これら第1部分フレーム21、ステージ3、および支持部4は、一枚の素材基板、例えば一枚のシリコンウェハから、後述する何段階かの加工過程を経て得られるものである。従って、第1部分フレーム21とステージ3の間、そして、第1部分フレーム21と、支持部4との間には、長方形の分離領域が存在する。ここで、支持部4は、前述したように、トーションバー41および支持ビーム42を含み、この支持部4は、前記分離領域を横切

るように設けられている。

【0024】ステージ3の中央領域31、該中央領域31より延出する拡張領域32の底面には、移動くし形電極33が形成されている。そして、中央領域31と拡張領域32に対面する基板1の上にもまた、前記移動くし形電極33と交互に配される第1固定くし形電極13が形成されている。この移動くし形電極33と固定くし形電極13とは、交互に噛み合わさるような状態で、互いに接触しないように配置されている(図3参照)。

【0025】図1に示すように、第2固定くし形電極13'が、前記第1固定くし形電極13の一端側に設けられている。この第2固定くし形電極13'は、本発明においては付加的な構成要素であり、静電容量の変化に基づいたステージ3の動作を検出するために設けられた一種のセンサーである。

【0026】第1固定くし形電極13および第2固定くし形電極13'は、図1に示すように、その下部のベース基板14、14'により支持されている。この、第1固定くし形電極13および第2固定くし形電極13'と、ベース基板14、14'とはそれぞれ一体的に形成されている。なお便宜上、図3には、第2固定くし形電極13'およびこれを支持するベース基板14'を示していない。

【0027】図4は、図2のY-Y線断面図であり、ステージ3と基板1との間に形成された移動くし形電極33および第1固定くし形電極13の断面を示している。図4に示すように、移動くし形電極33および固定くし形電極13より構成されるステージ3駆動構造が、支持部4の回転軸(支持部4)を中心として、対称的に設けられている。よって、図中の固定くし形電極に電流を流すと、ステージ3は、静電引力により図中矢印に示すように揺動することになる。

【0028】本発明にかかる光スキャナの特徴は、ステージ3が、中央領域31と中央領域31から延出した拡張領域32とを含むという点と、ステージ3を支持する支持部4が支持ビーム42および前記ステージの中央領域に直接的に連結されるトーションバー41を含むという点とにある。

【0029】前述の構造を有する本発明にかかる光スキャナは、ステージとフレームとの間の間隔に関係なく、支持部4の長さおよび厚さの調節が適宜行える。すなわち、ミラーを配置するのに十分な面積を有するステージおよびこれを駆動するためのくし形電極構造体を適宜提供することが可能であり、さらにステージを安定的に支持できる支持部をも提供できる。また、移動くし形電極が、移動くし形電極と、固定くし形電極との交錯する範囲が最大となるように、ステージの下側に設けられているので、少ない電流で、より効果的にステージの揺動が行える。

【0030】【第2実施態様】図5は、本発明にかかる

光スキャナの第2実施形態の平面図であり、拡張領域32が、前述の第1の実施形態の場合と異なっている。第2実施形態では、中央領域31から伸延する拡張領域32'には、移動くし形電極33の支持に十分な部分、すなわち、くし形の骨組みのみが残されており、他の部分は除去されている。

【0031】かかる構造の特徴は、図5と図2の平面図とを比較すれば明らかである。図から明らかなように、ステージ3の質量が前述の第1実施形態のものに比べて軽くなる。この場合、ステージ3の駆動力は変わらないので、駆動特性の向上（同一電圧における走査性の向上）が一層もたらされる。しかしながら、第2実施形態の場合には、ステージの有効面積、すなわち光スキャナとしてのミラーが配置される部分の面積が減少してしまうという問題が避けられないこととなる。

【0032】〔第3の実施態様〕図6は、本発明にかかる光スキャナの第3の実施態様を示す一部を切り欠いた斜視図である。図7は、その概略的平面図である。図に示すように、第3の実施態様では、前記第1の態様に示した光スキャナが、多数平行に配置されている。

【0033】第3実施形態における光スキャナは、多数のステージ3aが所定間隔をおいて平行に配置され、これら多数のステージ3aはこれらを取り囲む一つのフレーム2aを共有する。前記第1実施態様および第2実施態様の場合と同様に、パイレックス(R)ガラスよりなる基板1aの上には、長方形のフレーム2aが設けられており、フレーム2aの内側には、H字状のステージ3aが多数平行に設けられている。

【0034】各ステージ3aは、基板1aから所定高さ離間した位置に配置されるように、X-X軸線上に位置する二つの支持部4aにより、吊架された状態で設けられている。ステージ3aは、前記支持部4aに直接的に接続される中央領域31aと、前記中央領域31aから前記支持部4aに対して平行に所定距離、延出した4つの拡張領域32aとを有する。

【0035】前記各支持部4aは、前記フレーム2aから伸延する支持ビーム42aと、前記支持ビーム42aから伸延して該当ステージ3aの中央領域31aに接続されるトーションバー41aとを備える。トーションバー41aは、該ステージ3aの中央領域31aの中央部分の縁に接続されている。前記各トーションバー41aは、ステージ3aのシーソー運動（揺動運動）が可能となるように、ステージ3aを支持しており、ステージ3aの運動時に適切な弾性復元力を発揮するように構成される。フレーム2aおよび支持部4aは、ステージ3aへの電氣的通路を提供する（電氣的に通じている）。

【0036】フレーム2aは、前記第1実施形態および第2実施形態の場合と同様に、第1部分フレーム21aおよび第2部分フレーム22aを含み、これらの間には、AuSn合金メッキから構成される共晶結合層23

aが挟まれた状態で設けられている。

【0037】各ステージ3aの底面およびこれに対面する基板1aの上には、移動くし形電極および固定くし形電極が、それぞれ設けられている。このくし形電極構造体、すなわちステージ駆動体は、前記第1実施態様および第2実施態様において説明したので、ここではその説明を省略する。

【0038】〔第4の実施態様〕図8は、本発明にかかる第4の実施態様を示す図であり、これは図6および図7に示された第3実施形態における光スキャナの変形例である。この第4実施形態では、中央領域31aから伸延する拡張領域32a'には、移動くし形電極33の支持に十分な部分、すなわち、くし形骨組みのみが残されており、他の部分は除去されている。この構造の拡張領域は、前述の第2実施形態の構造を応用したものである。

【0039】図9に示すように、前述の第3実施形態3および第4実施形態における光スキャナでは、多数のステージ3aが同時に動作するように構成されており、一本の入射光を多数のステージにて反射させる。その結果、一つのステージを用いて入射ビームを反射させる構造に比べて光スキャナの薄型化が可能となる。さらに、各々のステージが軽量化されるので、駆動速度が大幅に高められる。

【0040】〔光スキャナの製造方法〕以下、本発明にかかる光スキャナの製造方法の、好ましい一実施態様を詳細に説明する。なお、製造過程の説明の際に利用される図面は、本願発明の理解を容易にするために、前述の本発明にかかる光スキャナの説明の際に使用した図面よりも概略的に示してある。

【0041】＜上部構造体の形成＞

1) 始めに、図10に示すように、取扱いが容易な厚さ、例えば約300 $\mu$ mの厚さを有するガラスウェハである第1基板100の上に、エッチングマスク101を形成させる。ここで、このエッチングマスク101は、第1基板100のエッチング処理に耐え得ることの出来るフィルムより構成される。

【0042】2) ついで、エッチングマスク101に覆われていない第1基板100の露出部分をエッチングにより除去し、第1基板100に貫通孔を形成させる。そして、エッチングマスク101を除去する（図11参照）。

【0043】3) 一方、図12に示すように、第2基板200として、SOI (Silicon on insulator) ウェハを使用する。この第2基板200は、移動くし形電極を作成する際にエッチング阻止層として使用される酸化膜203とウェハ201、202とより構成される。

【0044】この第2基板200の上に、ステージとフレームとの間の分離領域に相当する開口領域を有するエ

エッチングマスク102を、フォトリソ法により形成する(図12参照)。

【0045】4)そして、ドライエッチングまたはウェットエッチングによりエッチングを行い、エッチングマスク102に覆われていない第2基板200の露出部分をエッチングし、その後、エッチングマスク102を除去する(図13参照)。この時、エッチングは酸化膜203(エッチング阻止層)の上部まで行う、言い換えれば、酸化膜203のエッチングは行わない。

【0046】5)こうして得られた第2基板200と、前述の方法で作成した第1基板100とを接合し、第2基板200を所定厚さ、例えば50~100 $\mu\text{m}$ まで、化学機械的に研磨(CMP)する。

【0047】6)続いて、図15に示すように、第2基板200の底面の全体にメタル・シード層204を蒸着法により形成する。このメタル・シード層204は、Crを厚さ約500Åで蒸着し、この上にAuを厚さ約1500~2000Åで蒸着することにより形成される。

【0048】7)そして、図16に示すように、メタル・シード層204の上に、メッキマスク層205を形成した後、メッキマスク層に覆われていない部分のメタル・シード層204の露出部分に、AuSn合金よりなる共晶結合層206をメッキ法により所定厚さに形成する。ここで、前記メッキマスク層205は、フレームが形成される部分を除いた全ての部分に形成する。この時、前記メッキマスク層205は、フォトリソ法の全面塗布およびフォトリソグラフィ法によるパターンニングにより形成される。

【0049】8)つづいて、図17に示すように、メッキマスク層205をエッチングにより除去する。そして、共晶結合層206の上にエッチングマスク207を形成し、このエッチングマスク207に覆われていないメタル・シード層204を除去する。この際、エッチングマスク207の形成は、エッチングマスク207を、前記シード層204および共晶結合層206、すなわちウェハの全面に形成した後、パターンニングすることで行われる。ここで、エッチングマスク207のパターンニングは、通常のフォトリソグラフィ法を用いて行う。エッチングマスク207に覆われていないシード層204の除去は化学的エッチングにより行われる。

【0050】9)図18に示すように、共晶結合層206の上に形成されたエッチングマスク207を除去し、移動くし形電極を形成するための所定パターンのエッチングマスク209を、第2基板200の上に、通常のフォトリソグラフィ法により形成する。

【0051】10)そして、図19に示すように、誘導結合プラズマ反応性イオンエッチング法(以下、ICPRIE)により、前記第2基板200のエッチングマスク209に覆われていない部分を酸化膜203に到達するまでエッチングし、移動くし形電極33を形成す

る。

【0052】11)図20に示すように、移動くし形電極形成用エッチングマスク209を除去する。そして、分離領域208を貫通形成させるために、BOE(Buffered Oxide Etchant)により、前記第2基板200の酸化膜203を除去する。その結果、前述のステージ3が分離領域208の内側に形成され、前記ステージ3を取り囲む第1部分フレーム21がその外側に形成される。

【0053】ここで、前記支持部4、すなわち、トーションバー41および支持ビーム42が、前記ステージ3と第1部分フレーム21との間に設けられることになる。この構造は、前記過程の中のエッチング工程におけるマスクパターンにより得られる。

【0054】12)図21に示すように、前記過程を経て得られた素子(結果物)を反転させ、第1基板100の内側に露出されたステージ3の上に、Auなどの反射膜をコーティングしてミラー5を形成する。

【0055】ここでは、一つの素子の製造に着目して説明した。しかし、一般的に、1枚のウェハからは複数の素子が得られるので、前述の方法は複数の素子を得る場合にも適用可能である。

【0056】前述の方法により、ウェハ単位ごとに素子が一括加工される間に、新たな工程や、素子をウェハから分離するダイシング工程などを行っても良い。なお、ダイシング工程中に移動くし形電極電極が損傷される恐れがあるので、ダイシング工程を行う場合には、ダイシング行程の前に、移動くし形電極を保護するための保護層を前記移動くし形電極に形成してもよい。この場合、ダイシング行程が完了した後に、保護層が最終的に除去される。なお、このような付加的な工程は本発明の範囲を制限しない。

【0057】＜下部構造体の形成＞次に、下部構造体の形成方法を説明する。

1)下部構造体の生成に際し、第3ベース基板300が、前述のバイレックス(R)ガラスより構成された光スキャナの基板1として用いられている(図22参照)。はじめに、第3ベース基板300の上に、フォトリソからなるエッチングマスク301を形成する。そして、この第3基板300のエッチングマスク301に覆われていない部分、すなわち露出部分に、エッチング処理を施して所定深さの溝302を形成する。溝302は、第3ベース基板300、すなわち光スキャナの基板1の配線層が設けられる部分である。尚、本実施の形態では、エッチング処理として、反応性イオンエッチング(RIE)によるドライエッチング法が採用される。

【0058】2)つづいて、エッチングマスク301を除去し、第3ベース基板300の上面の全面にわたって、金属膜303を蒸着する(図23参照)。この金属膜303は、最終的に固定くし形電極と接続される。こ



の際、Au電線と接合することになるので、この金属膜303は、Auから構成されることが望ましい。なお、両電極（移動くし形電極および固定くし形電極）を組み合わせた時に、固定くし形電極と電氣的に完全に接続される必要があるので、金属膜303は溝302の深さよりも厚く蒸着される。

【0059】3) 金属膜303の蒸着に続いて、溝302以外の部分に位置する金属膜303を除去する（図24参照）。その結果、溝302内に配線層304が形成される。この金属膜の除去には、マスクを用いたドライエッチングまたはウェットエッチング法などが利用可能であるが、好ましくは、ウェットエッチング法の採用が良い。

【0060】4) 一方、シリコンウェハより構成される第4基板400の上に、エッチングマスク401を形成する（図25参照）。このエッチングマスク401は、固定くし形電極のベースと第2部分フレームとの間の分離領域に相当するパターンを有している。つづいて、RIEによりエッチングを行い、第4基板400に分離溝402を形成する。ここで、分離溝402は、第4基板400の上に形成される固定くし形電極を切り離し、後に形成される電極部分とフレーム部分とを区画する為に設けられる。

【0061】5) そして、エッチングマスク401を第4基板400から除去したのち、第4基板を前述の第3基板300と接合させる（図26参照）。つづいて、第4基板400であるシリコンウェハを化学機械的研磨（CPM）により研磨し、製作しようとする光スキャナの駆動仕様に合った厚さ、たとえば、50～100 $\mu$ mの厚さに調整する。

【0062】6) 第4基板400の研磨処理が終了したのち、この第4基板400の上に、前記第2部分フレーム22の幅よりも幅が狭い開口部403'を有するエッチングマスク403を形成した後、露出部分を所定深さにエッチングする（図27参照）。この時、上部構造体との接合のために公知の整列キー（図示せず）を挿入する。また、エッチング深さは移動くし形電極および固定くし形電極の交差面積に依存するため、交差面積の設計に応じて適宜エッチング深さを調節しなければならない。

【0063】7) つづいて、第4基板400上のエッチングマスク403を除去した後、前記第4基板上の全面にわたって金属層500を蒸着する（図28参照）。この時、金属層500は、前記メタル・シード層204と同じ材料から形成することが望ましい。この後、以下の8)または9)のいずれかの処理を行う。

【0064】8) 前記金属層500の前記第2部分フレーム22に対応する部分にのみエッチングマスク501を形成し、エッチングマスク501に覆われていない金属層500の露出部分を除去する（図29参照）。そして、以下の10)の処理を行う。

【0065】9) 上部構造体と下部構造体とを接合させるための共晶結合層206を、メッキ法により形成する。すなわち、金属層500の露出部分にフォトレジストなどを用いてメッキマスク504を形成したのち、共晶結合層206を形成する（図30参照）。次に、メッキマスク504を除去し、下部金属層500の共晶結合層206に覆われていない部分を除去する。そして、以下の10)の処理を行う。

【0066】10) そして、図31に示すように、固定くし形電極のパターン形成を円滑にするために、フレーム内を埋め込むための犠牲層505をコーティングし、研磨により平坦化を行う。

【0067】11) 第4基板400の上の固定くし形電極に対応する部分および前記フレームに対応する部分にエッチングマスク506を形成してパターニングする（図32参照）。

【0068】12) そして、前記エッチングマスク506に覆われていない第4基板400の露出部分をICP RIE法により所定深さにエッチングする（図33参照）。これにより、くし形電極および第2部分フレームが互いに電氣的に分離された状態で形成される。

【0069】このような過程を経た後、第4基板上の全体構造物上にフォトレジストなどの保護膜を形成してダイシングして単位下部構造体に分離する。分離が終われば、犠牲層、保護膜、エッチングマスクを化学的エッチング法によりエッチングした後に洗浄および乾燥を行う。

【0070】＜上部構造体および下部構造体の結合＞以上の過程により得られた単位上部構造体および単位下部構造体を単一体に結合して光スキャナを完成する。

【0071】図34は、上部構造体および下部構造体を整列配置させた後に単一体に結合することを示している。上部構造体および下部構造体の整列および結合は真空チャック600を使って行う。別々の上部構造体および下部構造体はフリップチップボンダーにより接合される。

【0072】真空チャック内に、上部構造体および下部構造体をそれぞれ固定した後（上部構造体は両側フレームの上部を真空チャックにより固定し、下部構造体は中心部を真空チャックにより固定する）、顕微鏡により観察しながら2つの構造物を整列配置させる。整列配置の後、2つの真空チャックを互いに近づけて2つの上部構造体および下部構造体を単一体に結合させる。この時、一定の圧力および共晶温度を維持すれば、フレーム間の金属共晶結合層が溶けてくっつき、上部構造体および下部構造体が単一体として結合される。

【0073】

【発明の効果】以上述べたように、本発明にかかる光スキャナでは、長方形ステージの下部にくし形電極を設けているので、光スキャナの小型化が可能となる。また、

電極の形をくし形とすることにより、表面積が増大するので、低駆動電力での駆動が可能となる。よって、従来品とほとんど同じ駆動速度を確保しつつも駆動電圧を大幅に下げることができる。また、ステージの構造を電極の形に応じて、必要最低限とすることが可能となるので、ミラー部分の質量が低減できる。よって、高速のスキニングが可能になる。

【0074】また、本発明にかかる方法では、くし形電極の数の増減が容易に行えとともに、目的とする構造を有する光スキャナを容易に製作できるので、安定的な素子の製作が可能となる。よって、製品の歩留まりを高めることができ、コストダウンに有効に寄与することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態による光スキャナの概略的斜視図である。

【図2】図1に示された光スキャナの平面図である。

【図3】図2のX-X線断面図である。

【図4】図2のY-Y線断面図である。

【図5】本発明の第2実施形態による光スキャナのステージを示す概略的平面図である。

【図6】本発明の第3実施形態による光スキャナの概略的斜視図である。

【図7】図6に示された光スキャナの平面図である。

【図8】本発明の第4実施形態による光スキャナのステージを示す概略的平面図である。

【図9】本発明にかかる図6乃至図8に示された光スキャナにおいて、ステージアレイによる光反射を説明する図面である。

【図10】本発明にかかるスキャナの上部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図11】本発明にかかるスキャナの上部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図12】本発明にかかるスキャナの上部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図13】本発明にかかるスキャナの上部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図14】本発明にかかるスキャナの上部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図15】本発明にかかるスキャナの上部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図16】本発明にかかるスキャナの上部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図17】本発明にかかるスキャナの上部構造体の製作

構成を説明する説明図である。

【図18】本発明にかかるスキャナの上部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図19】本発明にかかるスキャナの上部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図20】本発明にかかるスキャナの上部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図21】本発明にかかるスキャナの上部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図22】本発明にかかるスキャナの下部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図23】本発明にかかるスキャナの下部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図24】本発明にかかるスキャナの下部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図25】本発明にかかるスキャナの下部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図26】本発明にかかるスキャナの下部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図27】本発明にかかるスキャナの下部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図28】本発明にかかるスキャナの下部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図29】本発明にかかるスキャナの下部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図30】本発明にかかるスキャナの下部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図31】本発明にかかるスキャナの下部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図32】本発明にかかるスキャナの下部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図33】本発明にかかるスキャナの下部構造体の製作構成を説明する説明図である。

【図34】本発明に掛かる光スキャナの上部構造体および下部構造体を単一体に結合する方法を説明する説明図である。

#### 【符号の説明】

- 1・・・基板
- 2・・・長方形フレーム
- 3・・・ステージ
- 4・・・支持部
- 31・・・中央領域
- 32・・・拡張領域

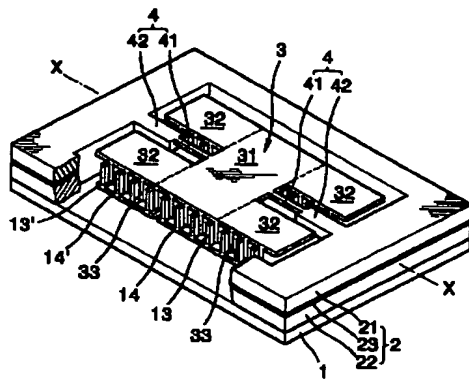
【図11】



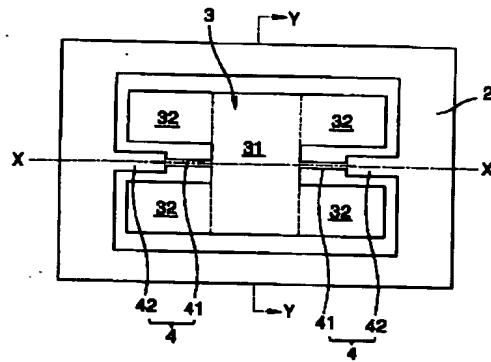
【図13】



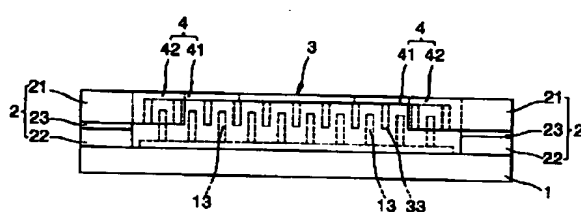
【図1】



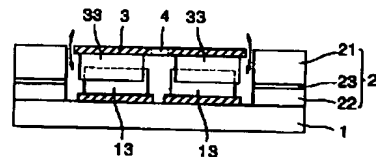
【図2】



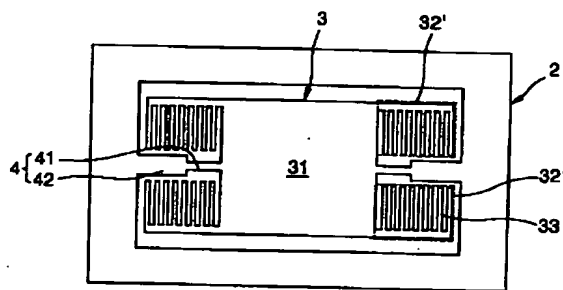
【図3】



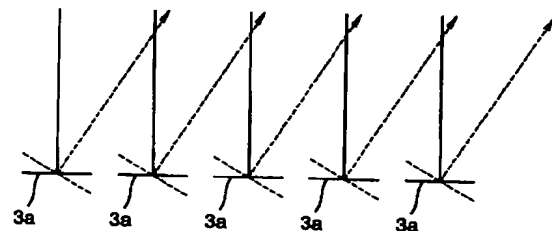
【図4】



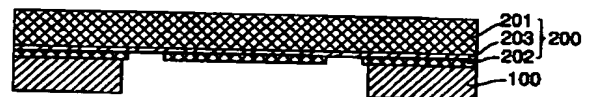
【図5】



【図9】



【図14】



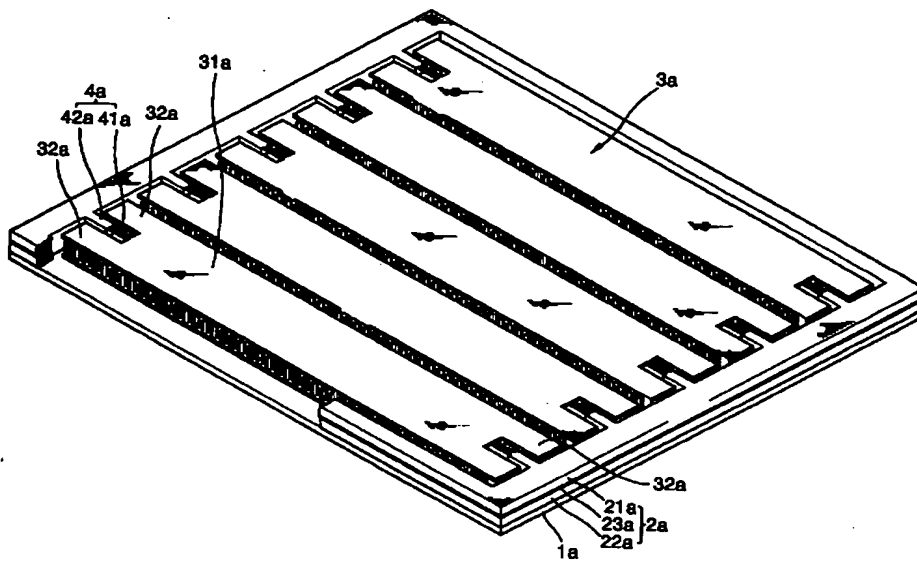
【図10】



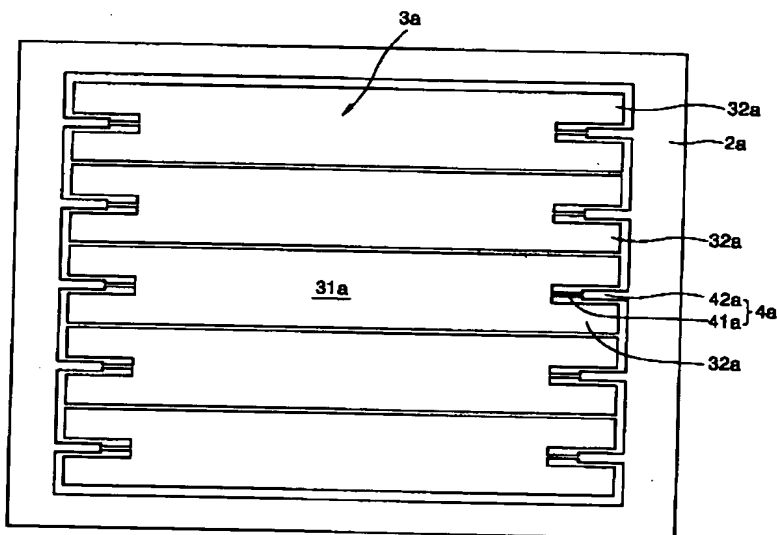
【図12】



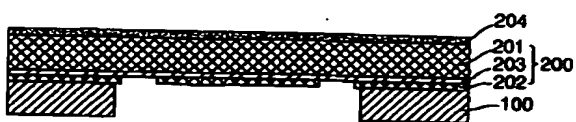
【図6】



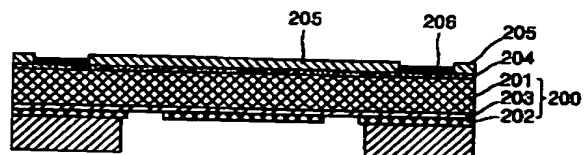
【図7】



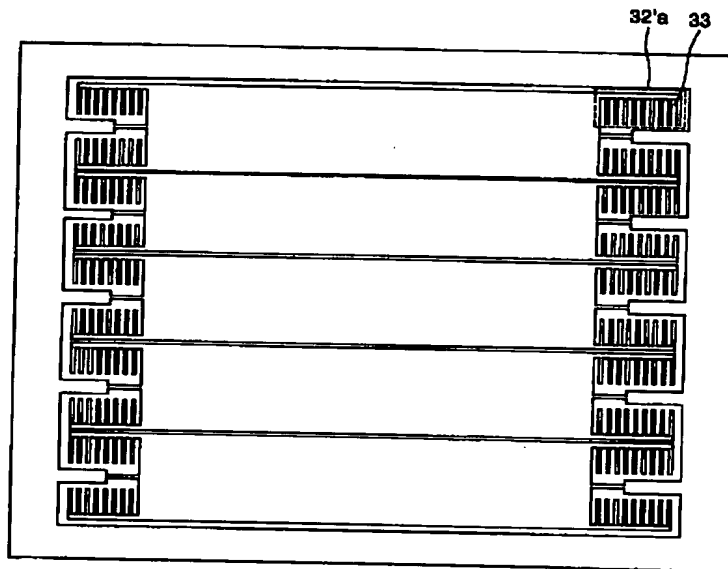
【図15】



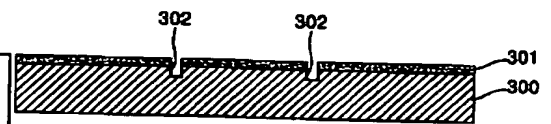
【図16】



【図8】



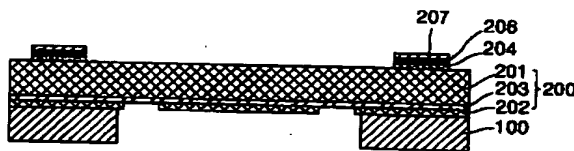
【図22】



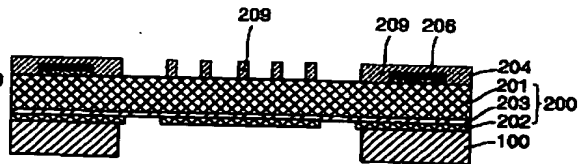
【図25】



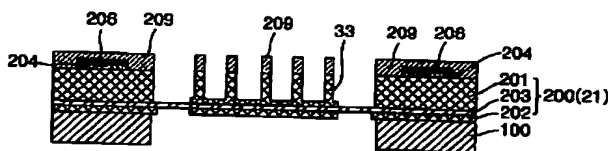
【図17】



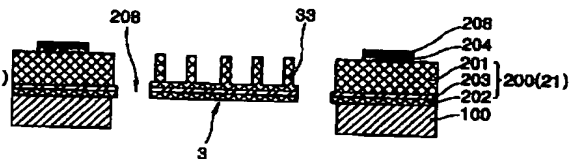
【図18】



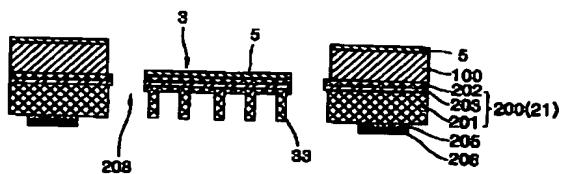
【図19】



【図20】



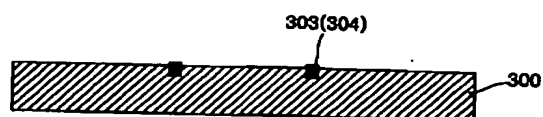
【図21】



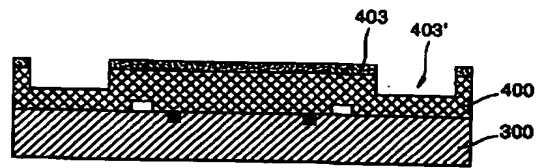
【図23】



【図24】



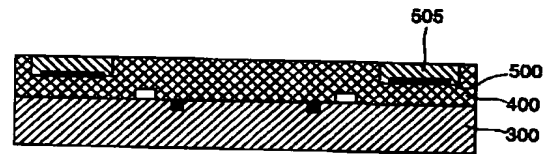
【圖 27】



【圖 29】



【图 3 1】



【圖 3 3】

